



15

Innovaciones tecnológicas que integran una mejora de la operatividad, seguridad laboral y calidad del pescado, en los barcos boniteros de la flota de bajura de Euskadi



Xabier Aboitiz
Ángel Pereira

Aboitiz, X., Pereira, Á., 2009. Innovaciones tecnológicas que integran una mejora de la operatividad, seguridad laboral y calidad del pescado, en los barcos boniteros de la flota de bajura de Euskadi. '*Revista de Investigación Marina*'. 15: 10 pp.

La serie '*Revista de Investigación Marina*', editada por la Unidad de Investigación Marina de Tecnalia, cuenta con el siguiente Comité Editorial:

Editor: Dr. Ángel Borja

Adjunta al Editor: Dña. Mercedes Fernández Monge e Irantzu Zubiaur (coordinación de las publicaciones)

Comité Editorial: Dr. Lorenzo Motos
Dr. Adolfo Uriarte
Dr. Michael Collins
Dr. Javier Franco
D. Julien Mader
Dña. Marina Santurtun
D. Victoriano Valencia
Dr. Xabier Irigoien
Dra. Arantza Murillas
Dr. Josu Santiago

La '*Revista de Investigación Marina*' de Tecnalia edita y publica investigaciones y datos originales resultado de la Unidad de Investigación Marina de Tecnalia. Las propuestas de publicación deben ser enviadas al siguiente correo electrónico aborja@azti.es. Un comité de selección revisará las propuestas y sugerirá los cambios pertinentes antes de su aceptación definitiva.



Edición: 1.ª Diciembre 2009

© AZTI-Tecnalia

ISSN: 1988-818X

Unidad de Investigación Marina

Internet: www.azti.es

Edita: Unidad de Investigación Marina de Tecnalia

Herrera Kaia, Portualdea

20010 Pasaia

Foto portada: © Pedro J. Pacheco

Innovaciones tecnológicas que integran una mejora de la operatividad, seguridad laboral y calidad del pescado, en los barcos boniteros de la flota de bajura de Euskadi

Xabier Aboitiz¹, Ángel Pereira²

Resumen

Entre los objetivos principales de la tecnología pesquera se encuentra la mejora de la operatividad del barco, de la seguridad del buque y la tripulación, así como de la calidad de la pesca. Esto redundará en mayores beneficios tanto económicos como sociales y a largo plazo influye de manera decisiva en la sostenibilidad de la empresa pesquera.

El sistema de manipulación del pescado utilizado a bordo de los buques de cebo vivo del País Vasco no ha variado en lo sustancial en los últimos 20 años y se enfrenta a una situación de evidente necesidad de desarrollo; especialmente en cuanto a niveles de seguridad y de confort laboral apropiados así como para dar respuesta a los requerimientos de calidad de pescado que demanda un mercado cada vez más exigente. Con dicho propósito se ha evaluado el proceso de manipulación y conservación utilizado por estos barcos, estableciéndose nuevas pautas de actuación.

Se plantearon, desarrollaron y posteriormente implantaron soluciones de mejora en la operatividad del barco, la seguridad de la tripulación y la calidad del pescado. Los principales problemas de operatividad en el proceso de manipulación derivaban del traslado del pescado desde la zona de captura-embarque hasta la de enfriado, la necesidad de utilizar grandes cantidades de hielo en los viveros (tanques de enfriamiento) y el traslado y estiba de los tñidos en la bodega refrigerada del barco. Las innovaciones implantadas se han centrado en la adecuación de tecnologías a los procesos de transporte de pescado y hielo dentro del barco. Colocando cintas transportadoras para el pescado, sistemas neumáticos de transporte de hielo e instalando escotillas isoterma entre la nevera y los viveros. Esto ha permitido eliminar o reducir la gravedad los riesgos existentes en estos procesos, hacerlos más ágiles, eficientes y confortables, así como conseguir una mejor calidad del atún en la descarga.

Abstract

Some of the fishing technology aims are to improve fishing vessel working operations, ship and crew safety, and to get fish quality increasing. Resulting in bigger profits for the fishing vessel both economics and socials. In a long term it influences in vital order for the fishing company survival. An example it is a project carry on by AZTI and the Basque Country tuna live bait fishing fleet.

Tuna handling in these vessels has not changed since the last twenty years, that's why we perceived a clear development necessity in the fish handling. Mainly to obtain high safety level and make good fish quality demands for an every year more exigent market. Handling habits used for these vessels were evaluated and them the action lines described. New developments and technologies set solutions that could improve ship working operations, safety and fish quality were proposed. The main problems in the previous handling system were (i) carrying fish from fishing deck to the pre-chilling tanks; (ii) requirement to use great ice quantity into the tank; (iii) carrying fish from tanks to the fishroom. Layout solutions are focused in new technologies for both fish and ice driving systems and upgrading the ship structure. Transport conveyors for fish, ices pneumatic transport system and isolated hatches between fishroom and live bait tanks have been fixed in the ships. The new technologies have permit to reduce or erase risks for tuna and ice transport process. At the same time the crew is more efficient, work is more comfortable and we obtain better tuna quality.

¹ AZTI-Tecnalia; Marine Research Division; Txatxarramendi irla z/g; 48395 Sukarrieta; Spain, xaboitiz@azti.es

² AZTI-Tecnalia; Food Research Division; Parque Tecnológico Bizkaia, astando bidea, edificio 609; 48160 Derio; Spain, apereira@azti.es

Introduction

El preenfriado o golpe de frío se utiliza con éxito en los barcos para la mejora de la calidad de los productos pesqueros. El preenfriado por medio de sistemas como el RSW, agua de mar refrigerada mecánicamente y el CSW, agua de mar enfriada con hielo (Kelman, 1977), reduce rápidamente la temperatura interior del pescado hasta llegar a los 0°C. Cuanto más rápido se consigue alcanzar los 0°C en el interior del pescado más se ralentiza el deterioro y se incrementa la vida útil del producto (Doyle, 1989).

El pescado que ha sido preenfriado reduce las bolsas de aire entre su superficie y el hielo cuando se estiba en la bodega refrigerada, lo cual permite una mejor transferencia del frío y por tanto favorece también a la conservación durante la marea de pesca (FAO y WHO, 2009). El preenfriado en los tanques (viveros) no debe superar las 12 horas para evitar la absorción de agua y sal, por lo que una vez enfriado hay que pasarlo a la nevera.

En el caso de la flota de cerco del País Vasco que captura verdel (*Scomber scombrus*) y lo subasta en el día, se vienen utilizando los viveros como tanque de enfriamiento y almacenamiento desde hace más de 15 años. El verdel se pesca en primavera con la modalidad de cerco y se embarca a bordo por medio de bombas de succión al vacío que lo introducen directamente en los viveros. Una vez en ellos, se aplica el RSW para reducir rápidamente su temperatura, permaneciendo el verdel de este modo hasta su descarga en puerto.

Este concepto de uso de viveros para la mejora de calidad (Bell, 2009) y, por tanto, de mejores precios de venta que supone está aplicación del RSW, se intentó aplicar en la campaña de túnidos que realizan estos mismos barcos en verano con la modalidad de cebo vivo. Sin embargo no se podía trasladar directamente a los túnidos el proceso de manipulación y enfriamiento aplicado en el verdel ya que el sistema de pesca y la especie de pescado no son comparables. El gran tamaño de los túnidos en comparación con el verdel impide evidentemente utilizar la bomba de succión para el traslado directo a los viveros de enfriamiento, como tampoco sirve para vaciar los tanques cuando el pescado ya está ya enfriado. Algunos barcos han optado por no aplicar el sistema de preenfriamiento en la pesquería de túnidos y han mantenido un sistema de manipulación tradicional que no permite mejorar la calidad del pescado. Otros barcos introdujeron y aplicaron el sistema de preenfriado en vivero por medio de RSW con los mismos medios que disponían para el verdel, lo cual provocaba bastantes inconvenientes. Los atunes debían de transportarse manualmente desde la zona de captura hasta la de los viveros (preenfriado). Hay que considerar que en un vivero medio de 10m³ de capacidad se pueden almacenar de 6.000 a 8.000 kilos de atún. Este mismo problema surgía para extraer el pescado una vez enfriado y pasarlo desde los viveros hasta a la nevera, ya que había de elevar todo el pescado desde dentro del vivero hasta la boca superior de este y luego por encima de la cubierta trasladarlo hasta la entrada de la nevera.

El presente trabajo plantea alternativas prácticas y eficaces a los problemas derivados de la aplicación del preenfriado en el tratamiento de los túnidos a bordo de barcos de cebo vivo. Se muestran los resultados de la aplicación de desarrollos tecnológicos

para innovar en la manipulación y conservación del producto en este tipo de actividad. Conviene indicar que, por lo que se refiere al paso previo, a la propia captura, recientemente se han desarrollado asimismo nuevas tecnologías que mecanizan y automatizan este trabajo (Ferarios *et al.*, 2009).

Manipulación tradicional del pescado en la flota de cebo vivo

Algunos barcos que consideran la aplicación del RSW para el atún inviable, por el esfuerzo añadido que supone su uso sin la aplicación de nuevas tecnologías, siguen utilizando el sistema de manipulación tradicional que se describe a continuación.

Los atunes se capturan uno a uno por medio de cañas de sedal corto encarnadas con cebo vivo. El marinero que maneja la caña acerca el atún al costado del barco donde este es enganchado por otro marinero para ser izado. Se suelta el anzuelo y el gancho y se sitúa el atún en la "arcadas" que es una zona delimitada con paneles de madera, ubicada a espaldas de la zona donde los marineros están pescando y embarcando los atunes. El pescado se coloca en las arcadas y permanece allí durante todo el lance de pesca. Terminado el lance y si no hay perspectiva inmediata de nuevas paradas de pesca se pasa el pescado a la nevera (bodega refrigerada donde se almacena el pescado hasta su descarga en puerto). Para ello la tripulación organiza una cadena humana y los atunes se van pasando de mano en mano desde la zona de las arcadas hasta la boca de la nevera. En la nevera otros marineros estiban los atunes en los casilleros (estanterías) y los cubren de hielo donde permanecen hasta el momento de la descarga (Figura 1). Los atunes suelen permanecer en la nevera una semana antes de ser descargados. La nevera se mantiene a una temperatura media de -1°C.



Figura 1. Estiba y almacenamiento de los bonitos en la nevera del barco.

El pescado suele entrar a la nevera a una temperatura que oscila, según la época del año, entre 23°C y 33°C. Esto provoca la fusión del hielo circundante y la creación de bolsas de aire entre el pescado y el hielo que evitan un correcto enfriamiento y ralentizan el tiempo que tarda en bajar la temperatura interior del pescado hasta los 0°C. (WHO y FAO, 2009).

Manipulación tradicional utilizando el RSW

Teniendo en cuenta que cada vez existe una mayor exigencia por parte de los consumidores y de los comercializadores por pescado de mayor calidad, la mayoría de los barcos opta por aplicar el RSW, aún teniendo en cuenta los problemas de operatividad y de confort laboral que ello supone.

La captura, embarque y depósito del atún en las “arcadas” se realiza de la misma forma. La diferencia es que, en vez de pasarlo directamente a la nevera, se introduce en alguno de los viveros de cebo que están vacíos y se le aplica agua de mar refrigerada para enfriarlo rápidamente. La capacidad de extracción del calor de un medio líquido (ej: RSW) es mayor que la del hielo sólido (Shawyer y Medina, 2003) por ser mayor la superficie de contacto y por tanto la transferencia térmica (Graham *et al.*, 1993).

Al final del día, cuando se pone el sol y no es posible seguir pescando, se trasvasan los pescados desde el vivero, donde se han estado enfriando, a la nevera. Se baja el nivel del agua en el vivero, varios tripulantes se introducen dentro y rellenan unos contenedores de unos 150 kilos de capacidad que son izados con una pequeña grúa. En el caso de atunes más grandes se estroban por la cola y se sacan directamente enganchados por ella. Una vez fuera de la nevera se llevan con los mismos contenedores o estrobados directamente hasta la boca de la nevera. A veces este traslado desde la boca del vivero a la nevera se hace a mano formando una cadena humana.

Algunos barcos han constatado que deben de añadir hielo a los viveros donde utilizan el RSW para que sean más eficientes y mejorar la calidad. Los porcentajes de agua de mar, hielo y pescado deben hacerse teniendo en cuenta la temperatura ambiente, temperatura del agua de mar, la capacidad aislante del contenedor (en este caso vivero) y del tiempo de almacenamiento (Myers, 1981).

El aporte de hielo a los viveros se hace transportándolo en contenedores desde la nevera hasta los viveros por medio de maquinillas, puntales y/o grúas (Figura 2).



Figura 2. Transporte de hielo desde la nevera al vivero por medio de contenedores para apoyar el enfriamiento de RSW (agua enfriada mecánicamente)

Fases críticas en el proceso de manipulación tradicional con RSW

Considerando la operatividad del barco, la seguridad-confort laboral de la tripulación y la calidad del pescado en su conjunto, se establecieron tres fases críticas dentro del proceso que estaban utilizando los barcos: (i) la acumulación del pescado en la arcadas y su transporte de forma manual desde la zona de embarque hasta los viveros; (ii) la falta de capacidad del RSW como único sistema para preenfriar los atunes de forma adecuada con la consiguiente necesidad de aplicación de hielo como apoyo; (iii) el trasvase de pescado enfriado desde el vivero hasta la nevera.

- i. La acumulación de pescado en las arcadas afecta a la operatividad del barco ya que en lances con capturas altas puede darse el caso de que el espacio reservado en las arcadas para el atún no sea suficiente, con lo que algunos de los marineros tienen que dejar de pescar para trasladar los atunes a otras zonas y dejar sitio disponible en las arcadas. La ralentización de las operaciones de pesca que provoca esto es un factor negativo para la operatividad del barco. Respecto de la calidad, cuando las capturas son altas, el tiempo que permanece el pescado sin protección al sol y el viento afecta a su frescura. Se incrementa su temperatura y se produce deshidratación; además, la acumulación de pescado uno encima de otro, produce aplastamientos y heridas que favorecen el deterioro de la carne por contaminación microbiana y reacciones enzimáticas (WHO y FAO, 2009). Por otro lado, la seguridad y confort laboral se ven afectadas negativamente ya que el transporte manual de cargas mientras se camina por una superficie en movimiento como es el barco, ocasiona sobreesfuerzos que pueden engendrar daños músculo-esqueléticos a los tripulantes.
- ii. La utilización de los equipos de enfriamiento mecánico del agua de mar instalados en los viveros para su uso como RSW no es la adecuada. Son equipos que se utilizan para enfriar pescado a menor temperatura y mucho más pequeño (verdel a 12-14°C en marzo) contra los más de 30°C que puede llegar a alcanzar un atún vivo en cubierta en verano. Su capacidad de enfriamiento es limitada y necesita de muchas horas para conseguir que el atún alcance una temperatura interna lo suficientemente baja. Los compresores y maquinaria de frío que utiliza el barco para producir el RSW suelen estar detenidos durante mucho tiempo y no se ponen en funcionamiento hasta que no termina el lance de pesca. Los patrones opinan que el ruido y la vibración que producen afectan a la capacidad de pesca del barco ya que pueden espantar al pescado. A lo largo del día esto puede suponer bastante tiempo y no permite que el pescado se enfríe a la velocidad apropiada para conseguir una calidad óptima. La única opción para hacer que el atún se enfríe en condiciones adecuadas es apoyar el RSW con hielo, utilizando un sistema combinado de RSW con CSW. Con esta combinación se obtienen mejoras en la eficiencia energética y la calidad del pescado (Kolbe y Lee, 1980). El hielo está almacenado en la nevera por lo que se debe de picar, introducir en contenedores de aluminio de 150 kilos para transportarlo y verterlo dentro del vivero con la maquinilla y el puntal. El incremento de trabajo

de la tripulación para trasladar y extraer el pescado hasta y desde los viveros reduce de forma considerable la operatividad de barco ya que se debe de utilizar tiempo y recursos (personal) para realizar esa labor. Respecto de la seguridad, los pesos en suspensión (contenedores del hielo) a través y por encima de la cubierta es un riesgo serio para la tripulación. Por otro lado los marineros realizan sobreesfuerzos, repercutiendo en la seguridad de la tripulación y el confort laboral.

iii. Finalmente hay que extraer y trasladar el pescado desde los viveros hasta la nevera. En principio los viveros están contruidos como tanques para almacenar cebo vivo, de ahí su denominación, por lo que son estancos y sólo tienen una entrada y una salida que es coincidente (la boca del vivero). Por lo tanto, para poder extraer el pescado, hace falta que dos o más marineros se introduzcan dentro previa bajada del nivel de agua. Una vez dentro, las piezas más grandes se estroban por la cola y a través del estrobo se ensartan en un gancho con los que se extraen del vivero y se pasan a la nevera. Los ejemplares pequeños y medianos, para no alargar en exceso la operación, se introducen en los mismos contenedores de aluminio utilizados para trasladar hielo y se realiza la operación contraria, se trasladan los contenedores con el pescado desde el vivero hasta la boca de la nevera. Esta operación no se puede realizar con mal tiempo y, como alternativa, el transporte de los atunes hasta la nevera debe ser uno a uno a través de una cadena humana. La pérdida de operatividad que provoca esto en el barco es importante, ya que gran parte de la tripulación está dedicada a esta labor, en vez de dedicarse a buscar bancos de atún u otro tipo de labores. Además es un trabajo que no se puede realizar con mal tiempo. Los pesos en suspensión sobre una zona donde están operando los marineros y el trasporte manual de cargas afectan, al igual que en el caso anterior, a la seguridad de los tripulantes. Respecto de la calidad del pescado, en el mismo momento en que se baja el nivel de agua en el vivero, se empiezan a producir situaciones negativas, ya que se está rompiendo la cadena del frío, además de los aplastamientos derivados de bajar el nivel de agua. Por lo tanto esta operación debería de hacerse lo más rápidamente posible. Sin embargo la dificultad inherente de trabajar con el tipo de instalaciones existentes, hace que se llegue a tardar más de dos horas en trasladar a la nevera un vivero completo de pescado.

Plan de propuestas tecnológicas: nueva maquinaria, instalaciones y reformas de estructura

Una vez definidos los puntos críticos, se plantearon las soluciones de forma que integraran la seguridad y confort laboral de la tripulación, la calidad del producto descargado y la operatividad del barco. Las soluciones a adoptar fueron: (i) instalación de cintas transportadoras en la cubierta; (ii) sistema neumático de distribución de hielo a través del barco; (iii) apertura e instalación de escotillas estancas-isotermas entre viveros de proa y la nevera.

i. Las cintas transportadoras se situaron en tres montajes. El primero longitudinalmente a lo largo del costado de estribor, en

la zona donde se capturan y embarcan los atunes, en el mismo lugar donde antes se situaban las arcadas. Esta primera cinta recoge el pescado recién capturado y lo lleva hasta la zona donde están situados los viveros (Figura 3). El segundo montaje, transversal, acoplado al primero justo delante del puente, hace variar de dirección al pescado para que pueda alcanzar la zona de los viveros de proa más cercanos al puente. Un tercer montaje longitudinal, entre las bocas de los viveros, con la entrada más a popa enlazada con el segundo montaje y recogiendo el pescado de este, consigue alcanzar los viveros de más a proa del barco, los que están colindantes con la nevera. Las bocas de los viveros se modificaron para que se pudieran ensamblar las cintas con una vía de entrada a los viveros (Figura 4).



Figura 3. Instalación de la cinta transportadora en el costado de pesca con caña del barco (estribor).



Figura 4. Adaptación de las bocas de los viveros para recoger el pescado desde las cintas transportadoras

ii. Transporte neumático de hielo. Se instaló justo por debajo, al ras del suelo de la nevera de popa, un colector conectado con una picadora de hielo. El diámetro del tubo (Sheer, 2008) y la cantidad de fase acuosa en el hielo (Sheer, 1995) influyen de

forma significativa en la capacidad de transporte del sistema. Por gravedad el hielo entra en un circuito de tuberías y, por medio de un compresor, se ejerce la presión suficiente para que llegue a la zona de los viveros. Allí, con una simple manguera de 8 cms de diámetro, puede disponerse de la cantidad de hielo que se necesite y emplearlo en cualquier sitio de la cubierta con sólo dirigir la manguera (Figura 5).



Figura 5. Manguera del sistema de transporte neumático de hielo vertiendo hielo en el vivero.

- Escotillas vivero-nevera. Se modificó y adecuó la estructura del mamparo que delimitaba la nevera con los viveros de proa, de tal forma que se abrieron y montaron dos escotillas en altura (superior e inferior) por cada vivero. Los viveros se utilizan para contener agua y cebo vivo dentro, por lo que deben de ser totalmente estancos. Las escotillas instaladas mantienen la estanqueidad del vivero. Además la nevera tiene que tener el mayor aislamiento isoterma posible para mantener sus propiedades como bodega refrigerada. Por ello los mamparos suelen ser de una pieza y no tienen ningún tipo de abertura. La capacidad isoterma de las escotillas (temperatura medida sobre superficie) es similar al mamparo de una sola pieza (Figura 6).

Resultados de las tecnologías aplicadas: Operatividad

Se evaluó el funcionamiento de las cintas durante 4 días consecutivos de pesca (13, 14, 15, 16 de agosto de 2007). Las capturas diarias ascendieron a 113, 642, 706 y 1.682 unidades respectivamente, lo que hizo un total de 3.143 bonitos (30.272 kilos) en cuatro días. Gracias al diseño del sistema de cintas ninguno de ellos se enganchó ni necesito ayuda para llegar al vivero. Es decir, todos ellos fueron trasladados automáticamente hasta el tanque de preenfriado sin intervención de los marineros con lo que la tripulación se dedicó por completo a las faenas de pesca.

Se establece, por tanto, que con el uso de la cinta se incrementa la operatividad del barco al estar toda la tripulación dedicada íntegramente a la pesca; asimismo se reduce el trabajo ya que todo el transporte de los bonitos a los viveros (tanques de preenfriado), proceso que anteriormente se realizaba manualmente, ahora se hace de forma automática (Figura 7).



Figura 7. Cintas trasladando el pescado desde la zona de pesca a la de preenfriado (vivero).

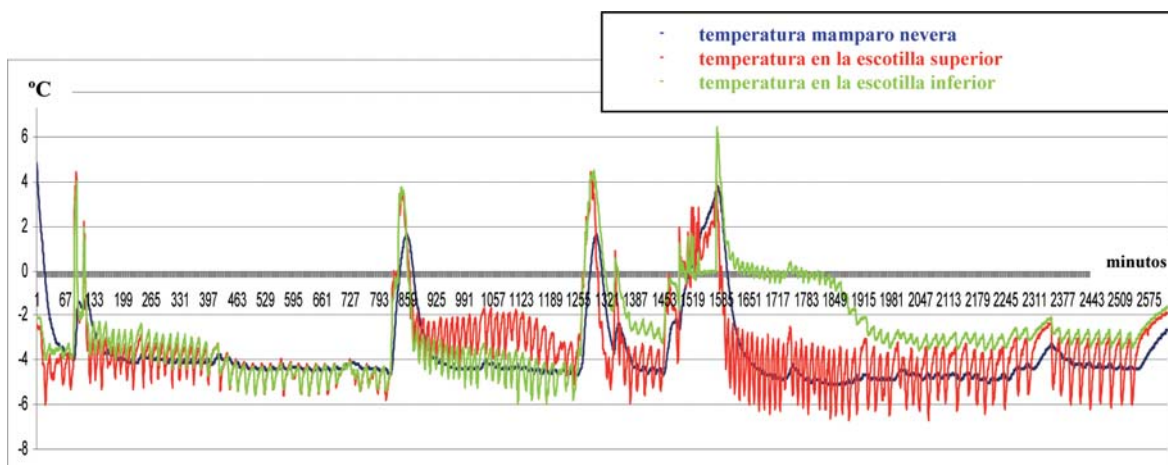


Figura 6. Gráfico de temperaturas sobre las escotillas y el mamparo circundante. En condiciones de funcionamiento normal (escotillas no abiertas) su aislamiento es similar a la de un mamparo macizo.

El sistema neumático de transporte de hielo es capaz, con sólo dos marineros, de trasladar a cualquier parte del barco 100 kilos de hielo por minuto. En 10 minutos se descargan en el vivero los 1.000 kilos de hielo que se aplican como apoyo al RSW. Entre llenar, sacar de la nevera y transportar suspendidos con una grúa los contenedores de hielo, con el sistema utilizado anteriormente, se descargaban al vivero 100 kilos de hielo en alrededor de 10 minutos, siendo necesario para ello cinco marineros, además el sistema de contenedores es inviable en condiciones de muy mal tiempo.

Respecto de las escotillas entre el vivero y la nevera, permiten pasar 6.000 kilos de pescado desde la zona de preenfriado (viveros) a la de estiba refrigerada (nevera) en poco más de una hora. Cuando se realizaba por encima de la cubierta por medio de contenedores suspendidos, se tardaba entre dos a tres horas en pasar la misma cantidad, siendo, al igual que en el caso del hielo, inviable de realizar en condiciones de muy mal tiempo (Figura 8).



Figura 8. Traslase de pescado a través de las escotillas desde el vivero a la nevera

Las tres tecnologías implantadas suponen por tanto un claro avance en la mejora de la operatividad del barco.

Resultados de las tecnologías aplicadas: Calidad de la Pesca

La velocidad de la cinta es graduable, para que sea capaz de transportar los bonitos a una velocidad adecuada a la pesca, se regula a una velocidad tal que los bonitos tardan 15 segundos en ser trasladados desde la zona de captura hasta los tanques de refrigeración. Con lances de grandes capturas, considerando el sistema anterior, podrían estar en la cubierta a la intemperie durante más de 2 horas. Se evita con ello calentamientos y aplastamientos. La temperatura en espina de los túnidos depende del tamaño, el tiempo que se debate en el aparejo así como de la temperatura del agua, y suele ser 5°C superior a la del agua de mar (FAO y WHO, 2009). Durante la prueba, la temperatura media de los bonitos recién capturados fue de 26.3°C (50 observaciones, sd=2.20), en un rango que oscilaba desde 24.2°C a los 32.2°C. La temperatura media de salida del

vivero una vez preenfriados para estibarlos en el nevera del barco fue de 4.7°C (20 observaciones, sd=0.31) en un rango que oscilaba desde 4.3°C a 5.2°C. Lo ideal es que la temperatura interior del bonito una vez preenfriado alcance los 0°C. Sin embargo debido a la necesidad de liberar tanques de preenfriado para disponer de espacio, no se mantuvo el bonito más de siete horas en los tanques lo que impidió que se pudiera bajar más la temperatura. Así y todo, considerando una temperatura inicial de 26.3°C, se consigue reducir la temperatura de las capturas a niveles alrededor de 4.7°C en pocas horas, aunque no se lleguen a alcanzar los 0°C, es un avance que reduce significativamente la actividad microbiana y enzimática (Crapo y Elliot, 1987). Ello contribuye además a reducir las bolsas de aire entre pescado y hielo que posteriormente se suelen producir en la nevera cuando se estiba el pescado. Esto, junto con el hecho de que se han reducido aplastamientos, hace mejorar de forma considerable la calidad. Algo que se vio reflejado en la opinión de los tripulantes del barco y de muchos comercializadores que han considerado el nuevo sistema de tratamiento de pescado, junto con la tecnología aplicada, como muy beneficioso para la mejora de la calidad del producto.

Resultados de las tecnologías aplicadas: Seguridad y Confort laboral

Las metodologías utilizadas para Identificación y Evaluación de riesgos laborales asociados a las diferentes tareas y actividades, tanto en los procesos tradicionales como una vez incorporada la innovación o mejora, en función del tipo de riesgo han sido: (i) Riesgos de Seguridad según el Sistema Binario simplificado donde la evaluación riesgos se realiza valorando los riesgos en función de la severidad de las consecuencias de un suceso potencial y de la probabilidad de que se produzca dicho suceso; (ii) Riesgos Ergonómicos, evaluación de las condiciones de trabajo, carga postural aplicando el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) según la NTP (nota técnica de prevención) 601; (iii) Riesgos por Manipulación Manual de Cargas considerando el levantamiento manual de cargas, ecuación del NIOSH (NTP 477).

En la Tabla 1 se recoge el resultado de los riesgos y su magnitud para los procesos y maniobras tradicionales y la comparativa con la incorporación de las mejoras/innovaciones aquí descritas. Pudiendo observar si en los diferentes factores identificados ha sido posible la eliminación o reducción de los mismos, en que grado y cuales han sido las mejoras obtenidas.

La incorporación de la innovación tecnológica ha permitido eliminar el 40 % de las fuentes de peligro y reducir un 30 % la magnitud de riesgo durante el proceso de traslado del pescado desde los viveros hasta la nevera. En riesgo por “atrapamientos entre el contenedor y los mamparos”, valorado con un nivel de riesgo de carácter grave, ha sido totalmente eliminado con la innovación.

El 85 % de los riesgos identificados se han reducido significativamente al incorporar las innovaciones tecnológicas. La Tabla 2 muestra la mejora obtenida en la reducción del riesgo por cada una de las tres innovaciones implantadas.

Tabla 1. Comparativa de la valoración del riesgo: proceso tradicional vs proceso después de montar e instalar las nuevas tecnologías

Cinta Transportadora: Traslado del pescado desde los viveros hasta la nevera					
Proceso tradicional			Proceso tras innovación		
Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo	Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo
01	Caídas al subir o bajar de viveros y/o nevera.	Moderado	01	Caídas al subir o bajar de viveros y/o nevera.	Moderado
02	Caídas dentro de vivero y/o nevera	Leve	02	Caídas dentro de vivero y/o nevera	Leve
04	Caída del pescado durante su manipulación	Leve	04	Caída del pescado durante su manipulación	Muy leve
05	Caída del contenedor	Moderado	05	Riesgo Eliminado	
06	Pisadas sobre objetos, partes de la estructura, capturas, etc	Moderado	06	Pisados sobre objetos, partes de la estructura, capturas, etc	Moderado
07	Golpes contra equipos, instalaciones.	Moderado	07	Riesgo Eliminado	
08	Golpes con el contenedor por el balance	Moderado	08	Riesgo Eliminado	
11	Atrapamientos entre el contenedor y mamparos	Grave	11	Riesgo Eliminado	
14	Intemperie, noche	Moderado	14	Intemperie, noche	Leve
27	Horarios	Moderado	27	Horarios	Leve
Sistema neumático: Traslado de hielo desde la nevera hasta los viveros					
Proceso tradicional			Proceso tras innovación		
Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo	Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo
02	Caídas sobre cubierta o en la nevera	Moderado	02	Caídas sobre cubierta o en la nevera	Leve
04	Caída del contenedor	Moderado	04	Caída de objetos en manipulación, manguera.	Leve
06	Pisadas sobre objetos, partes de la estructura, capturas, etc	Moderado	06	Pisadas sobre objetos, partes de la estructura, capturas, etc	Leve
07	Golpes contra equipos, instalaciones	Moderado	07	Golpes contra equipos, instalaciones	Moderado
13	Sobreesfuerzos	Grave	13	Sobreesfuerzos	Leve
14	Intemperie, noche	Moderado	14	Intemperie, noche	Leve
27	Horarios	Moderado	27	Horarios	Leve
Escotillas entre vivero-nevera: Traslado del pescado desde la zona de embarque hasta la nevera					
Proceso tradicional			Proceso tras innovación		
Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo	Cod	Riesgo Asociado	Nivel Riesgo
01	Caídas a la mar.	Moderado	01	Riesgo Eliminado	
02	Caídas sobre cubierta	Moderado	02	Riesgo Eliminado	
04	Caída del pescado durante su manipulación	Leve	04	Riesgo Eliminado	
06	Pisadas sobre objetos, partes de la estructura, capturas, etc	Moderado	06	Riesgo Eliminado	
07	Golpes contra equipos, instalaciones.	Moderado	07	Riesgo Eliminado	
13	Sobreesfuerzos	Grave	13	Sobreesfuerzos	Moderado
	Carga postural (REBA)	Muy grave		Carga Postural (REBA)	Muy grave
	Manipulación Manual de Cargas	Intolerable		Manipulación Manual de Cargas	Riesgo Eliminado
14	Intemperie, noche	Moderado	14	Intemperie, noche	Leve
27	Horarios	Moderado	27	Horarios	Leve

Tabla 2. Resultante de la mejora obtenida en la reducción del riesgo después de instalar las nuevas tecnologías

Traslado del pescado desde zona de embarque hasta los viveros			
Riesgo Asociado	Nivel Riesgo Antes	Nivel Riesgo Después	Mejora Obtenida
Caídas a la mar	Moderado		Riesgo Eliminado
Caídas en cubierta	Leve		Riesgo Eliminado
Caída de las capturas durante su manipulación	Leve		Riesgo Eliminado
Pisados sobre objetos, partes de la estructura, capturas...	Moderado		Riesgo Eliminado
Golpes contra equipos, instalaciones.	Moderado		Riesgo Eliminado
Sobreesfuerzos	Grave	Moderado	Se elimina la parte de manipulación manual de cargas durante el traslado ya que las capturas van por la cinta
Intemperie, noche	Moderado		Riesgo Eliminado
Horarios	Moderado	Leve	Reducción del tiempo empleado para la maniobra
Traslado de hielo desde la nevera hasta los viveros			
Riesgo Asociado	Nivel Riesgo Antes	Nivel Riesgo Después	Mejora Obtenida
Caídas sobre cubierta o en la nevera	Moderado	Leve	Se reduce el número de trabajadores implicados en la maniobra
Caída del contenedor, manguera	Moderado	Leve	Se elimina el riesgo de caída del contenedor y se sustituye por el riesgo de caída de la manguera
Pisadas sobre objetos, partes de la estructura, capturas...	Moderado	Moderado	Se reduce el número de trabajadores implicados en la maniobra
Golpes contra equipos, instalaciones.	Moderado	Moderado	No se estima mejora.
Sobreesfuerzos	Grave	Leve	Disminuye el riesgo porque ya no hay que palear el hielo para llenar los contenedores
Intemperie, noche	Moderado	Leve	Se elimina el factor intemperie
Horarios	Moderado	Leve	Reducción del tiempo empleado para la maniobra
Traslado del pescado desde los viveros hasta la nevera			
Riesgo Asociado	Nivel Riesgo Antes	Nivel Riesgo Después	Mejora Obtenida
Caídas al subir o bajar de los viveros y/o nevera.	Moderado	Moderado	No se estima mejora.
Caídas en el vivero o en la nevera	Leve	Leve	No se estima mejora.
Caída de las capturas durante su manipulación	Leve	Muy leve	Se disminuye el riesgo al disminuir el número de operaciones de manipulación de las capturas
Caída del contenedor	Moderado	Riesgo Eliminado	Se elimina el riesgo por cargas suspendidas
Pisados sobre objetos, partes de la estructura, capturas...	Moderado	Moderado	No se estima mejora.
Golpes contra equipos, instalaciones.	Moderado		Riesgo Eliminado
Golpes con el contenedor por el balance	Moderado	Riesgo Eliminado	Se elimina el riesgo al dejar de utilizar el contenedor
Atrapamientos entre el contenedor y los mamparos	Grave		Riesgo Eliminado
Intemperie, noche	Moderado	Leve	El traslado del pescado no se realiza a la intemperie
Horarios	Moderado	Leve	Reducción del tiempo empleado para la maniobra

Conclusión

En conclusión, para que el beneficio obtenido por los barcos de pesca mediante la implantación de nuevas tecnologías bordo sea óptimo, es importante integrar en los nuevos desarrollos, maquinarias e instalaciones, soluciones que combinen objetivos de mejora variados. Principalmente en 3 campos: (i) incremento de la operatividad del barco haciendo que el trabajo se haga más rápido y/o con menos mano de obra; (ii) seguridad y confort laboral mediante la mejora de las condiciones de trabajo; (iii) beneficio económico de la empresa por incremento de ganancias y/o reducción de costes.

Este concepto se ha aplicado al caso concreto a la pesca de túnidos en la modalidad de cebo vivo, en el proceso correspondiente a la manipulación y conservación de la pesca. Como resultante se han implantado tres nuevas tecnologías: (i) cintas transportadoras, (ii) sistema de transporte neumático de hielo, (iii) escotillas de descarga entre vivero y nevera.

Las soluciones tecnológicas planteadas para trabajos que en su mayor parte se hacían de forma manual, han conseguido un beneficio significativo para el barco. Es más operativo ya que realiza el mismo trabajo con menos mano de obra y en menos tiempo. Ha mejorado la seguridad y el confort laboral de la tripulación. Y, finalmente, ha contribuido a la mejora de la rentabilidad gracias a la obtención de un producto de más calidad.

Agradecimientos

Agradecemos al Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco y a Osalan por su contribución en la financiación de este proyecto que de otro modo no podría haberse llevado a cabo. Así mismo agradecemos a Juan Jose Azkue patrón y armador del barco "Santana Berria" de Getaria y a toda su tripulación, por el apoyo y trabajo realizado para alcanzar el éxito de este proyecto y los desarrollos tecnológicos que en él se plantearon, a José Franco y al Dr. Josu Santiago por la revisión y corrección de este escrito.

Este trabajo es resultado del Proyecto "Mejora de la calidad del atún y la seguridad laboral en la flota de cebo vivo del País Vasco" que ha contado con ayuda del Fondo Europeo de la Pesca.

Este artículo es la contribución número 476 de AZTI-Tecnalia (Unidad de Investigación Marina).

Referencias

- Bell J. W., 2009. Handling offshore catch on board. Sea Grant Louisiana fisheries. *Lagniappe*, volume 33, n°3
- Crapo, C., E. Elliot, 1987. The effects of elevated refrigerated chilling sea water temperatures. University of Alaska. *Marine Advisory Bulletin*, n°34
- Doyle J.P., 1989. Seafood self life as a function of temperature. Alaska Sea-Gram *Marine Advisory Program* No. 30
- FAO y WHO, 2009. FDA seafood regulations, HACCP. Recommendations for on board handling of albacore tuna, seafood network information center <http://seafood.ucdavis.edu/pubs/albacore.htm>
- Ferarios J., J. Franco, G. Boyra, P.Monzon, 2009. Diseño, construcción y

- validación de una caña de control automático para la pesca de túnidos, *Revista de Investigación Marina*, n°13
- Graham, J., W.A. Johnston, F.J. Nicholson, 1993. El hielo en las pesquerías. *FAO Documento técnico de pesca* 331
- Kelman, J.H., 1977. Stowage of fish in chilled sea water. *Torry Advisory note* n° 73
- Kolbe, E., J.S. Lee, 1980. Refrigerated seawater spray: Its application to on board stowage of Pacific Shrimp. Oregon State University extension *Marine Advisory Program*, special report 600
- Myers, M., 1981. Planning and engineering data, Fresh fish handling. *FAO fisheries circular* n° 735
- NTP477, Levantamiento manual de cargas. Ecuación del NIOSH. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. <http://www.insht.es>
- REBA, Rapid Entire Body Assessment. Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Shawyer M., A.F. Medina, 2003. The use of ice on small fishing vessels. *FAO Fisheries technical paper* 436
- Sheer, T., 1995. Pneumatic conveying of ice particles through mine-shaft pipelines. *Powder technology*, volume 85, number 3, December: 203-219
- Sheer, T., 2008. Dense-Phase Pneumatic Conveying of Slush Ice Through Plastic Pipes. *Particulate Science and Technology*, volume 26: 273-284
- WHO and FAO, 2009. Codex alimentarius, code of practice for fish and fish product <http://www.fao.org/docrep/011/a1553e/a1553e00.htm>

